

Practitioner's Docket No.: 061069-0309334
Client Reference No.: SPO-2584

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: TAKAHIRO AMANAI Confirmation No:

Application No.: Group No.:

Filed: April 21, 2004 Examiner:

For: IMAGE FORMING OPTICAL SYSTEM AND ELECTRONIC INSTRUMENT
USING THE SAME

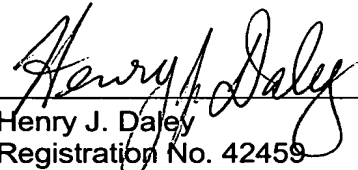
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is
claimed for this case:

<u>Country</u>	<u>Application Number</u>	<u>Filing Date</u>
JAPAN	2003-116941	04/22/2003

Date: 4/24/04
PILLSBURY WINTHROP LLP
P.O. Box 10500
McLean, VA 22102
Telephone: (703) 905-2000
Facsimile: (703) 905-2500
Customer Number: 00909


Henry J. Daley
Registration No. 42459

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 4月22日

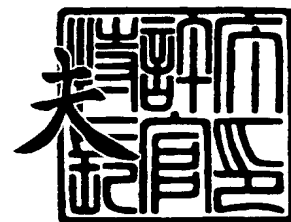
出願番号
Application Number: 特願2003-116941
[ST. 10/C]: [JP2003-116941]

出願人
Applicant(s): オリンパス株式会社

2004年 2月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2004-3006986

(Translation)

**PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT**

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: April 22, 2003

Application Number: Patent Application No. 2003-116941

Applicant(s): OLYMPUS CO., LTD.

February 5, 2004

Commissioner,

Japan Patent Office Yasuo IMAI (seal)

Certificate No. 2004-3006986

[Name of Document] Patent Application

[Reference Number] 03P00585

[Filing Date] April 22, 2003

[Addressee] Commissioner, Patent Office

[Int.Pat. Classification] G02B 13/00

[Inventor]

[Domicile or Dwelling] c/o OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.
43-2, Hatagaya 2-chome, Shibuya-ku, Tokyo

[Name] Takahiro AMANAI

[Patent Applicant]

[Identification Number] 000000376

[Name] OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.

[Representative] Tsuyoshi KIKUKAWA

[Agent]

[Identification Number] 100065824

[Name] Taiji SHINOHARA

[Nominated Agent]

[Identification Number] 100104983

[Name] Masayuki FUJINAKA

[Indication of Fee]

[Prepayment Register Number] 017938

[Prepaid Sum] ¥21,000

[List of Submitted Articles]

[Name of Article]	Specification	1
[Name of Article]	Drawings	1
[Name of Article]	Abstract	1

[Number of General Power of Attorney] 0116478

[Whether or not a Proof is Necessary] Necessary

【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00585

【提出日】 平成15年 4月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オリnpas光学工業株式会社内

【氏名】 天内 隆裕

【特許出願人】

【識別番号】 000000376

【氏名又は名称】 オリnpas光学工業株式会社

【代表者】 菊川 剛

【代理人】

【識別番号】 100065824

【氏名又は名称】 篠原 泰司

【選任した代理人】

【識別番号】 100104983

【氏名又は名称】 藤中 雅之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 017938

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0116478

【プルーfの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 結像光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

明るさ絞りを有する光学系において、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ、物体側に凹面を向けた負屈折力の第 2 レンズ、像側に凸面を向けた正屈折力の第 3 レンズ、負屈折力の第 4 レンズが配置され、前記第 2 レンズと前記第 3 レンズは接合されていることを特徴とする結像光学系。

【請求項 2】

前記明るさ絞りが、前記第 1 レンズの物体側に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の結像光学系。

【請求項 3】

明るさ絞りを有する光学系において、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ、物体側に凹面を向けた負屈折力の第 2 レンズ、像側に凸面を向けた正屈折力の第 3 レンズ、負屈折力の第 4 レンズが配置され、前記第 1 レンズは、ガラスより成り、前記第 2 レンズと前記第 3 レンズは接合されていることを特徴とする結像光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は CCD や CMOS などの固体撮像素子等と組み合わせて用いられる結像光学系に関するものであり、例えばデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話やパソコンに搭載される小型カメラ、監視カメラ等に利用できるものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、銀塩フィルムに代わり、CCD や CMOS のような固体撮像素子を用いて被写体を撮影するようにした電子カメラが普及してきている。このような電子カメラのうち、携帯型コンピュータや携帯電話等に搭載される撮像装置では特に

小型、軽量化が求められている。

このような撮像装置に用いる結像光学系として、従来からレンズ枚数を1枚～2枚で構成したものがある。しかしながら、このような構成では屈折面数が足りないため、軸上色収差と像面湾曲が両立せず高い性能は望めない。また、非球面形状を用いることで、この問題を回避しようとする、偏心感度が大きくなり製造上困難である。これらの問題を考慮したものとして、3枚または4枚のレンズを用いたものがある。従来例としては、次の特許文献に記載された光学系が知られている。

【0003】

【特許文献1】特開平07-027974号公報

【特許文献2】特開平11-052227号公報

【特許文献3】特開2001-083409号公報

【特許文献4】特開2001-133684号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上記特許文献1、2または3に記載されている光学系は、レンズ枚数が3枚と少ないことから屈折面の面のパワーが強くなる。そのためレンズ間で偏心があると、その面での光線の入射位置と角度が大きく変化し、性能が著しく劣化する。即ち、性能を確保するためには、非常に高い組立精度が要求されるということである。そのためこれらの文献に示される光学系では組立工数が増加し、低コストを達成することは困難である。また、最も像面側のレンズは正レンズであり、従って、全長が大きく、小型化に向くタイプとは言い難い。

上記特許文献4に記載されている光学系は、レンズ4枚で構成され、負屈折力の第2レンズと正屈折力の第3レンズが接合されている。しかし、最も像側のレンズが、正パワーであり、従って、全長が大きく、これもまた小型化に向くタイプではない。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は低コスト化、高性能化及び小型化を同時に満たす結像光学系を提供することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明は、結像光学系における明るさ絞りを有する光学系において、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ、物体側に凹を向けた負屈折力の第2レンズ、像側に凸を向けた正屈折力の第3レンズ、負屈折力の第4レンズが配置され、前記第2レンズと前記第3レンズは接合されていることを特徴とする。

【0006】

本発明は、結像光学系の性能と小型化を考慮して、上記のように正屈折力の第1レンズ、負屈折力の第2レンズ、正屈折力の第3レンズ及び負屈折力の第4レンズの4枚レンズにて構成した。ここで、光学系を構成するレンズの枚数を5枚以上にすればさらに性能が向上するのは明らかである。しかしながら、レンズが1枚増えることによりレンズの厚さ、レンズの間隔、枠のスペースが大になる。その結果、光学系が大型化することは避けられない。また先の「従来技術」で述べたようにレンズが3枚以下では、光軸上の色収差と像面湾曲の両立が困難である。また、非球面を多用して性能を確保したとしても、偏心感度が大きくなり、製造上困難である。従って、レンズ4枚で結像光学系を構成するのが性能、大きさともに最適である。

また、本発明の結像光学系は、負屈折力の第2レンズと正屈折力の第3レンズを接合レンズにて構成している。これにより、色収差が良好に補正される。また、前記第2レンズと第3レンズ間の空気間隔をなくすることができるので、全長を短くできる。

また、本発明の結像光学系は、前記第2レンズの物体側の面と前記第3レンズの像側の面の曲率中心を物体側に向けている。このような構成をとることで、接合レンズへの入射光線と射出光線のなす角度、すなわち偏角を小さく保つことができる。その結果、各屈折面における収差の発生量を極力小にすることができる。また、無偏心時の収差の発生量が小であることから、レンズの相対偏心時における性能変動についても極力小にすることが可能となる。

【0007】

また、本発明は、結像光学系における明るさ絞りを有する光学系において、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ、物体側に凹面を向けた負屈折力の第2レ

レンズ、像側に凸面を向けた正屈折力の第3レンズ、負屈折力の第4レンズが配置され、前記負屈折力の第2レンズと正屈折力の第3レンズは接合され、前記明るさ絞りが、正屈折力の第1レンズの物体側に配置されていることを特徴とする。

【0008】

撮像素子に、例えばCCDを用いたとする。この場合、良好な集光性能を維持するためには、撮像素子への光線入射角度を小にする必要がある。そのためには、明るさ絞りを像面から遠い位置に配置することが望ましい。あるいは明るさ絞りの像を、像面から遠い位置に形成することが望ましい。また、明るさ絞りを可動部品で構成すると、Fno.を変化させたり、シャッターの役割を持たせることができる。ただし、この場合、これをレンズとレンズの間に設けるのは、スペースの確保の点で困難である。そこで、本発明の結像光学系は、上記のように明るさ絞りの位置を正屈折力の第1レンズの物体側に配置している。これにより、絞りに多機能を持たせることができる。また、この配置により、テレセントリック性と生産性を重視した光学系を実現できる。

【0009】

さらにまた、本発明は、結像光学系における明るさ絞りを有する光学系において、物体側から順に、正屈折力の第1レンズ、物体側に凹面を向けた負屈折力の第2レンズ、像側に凸面を向けた正屈折力の第3レンズ、負屈折力の第4レンズが配置され、前記第1レンズは、ガラスより成り、前記第2レンズと第3レンズは接合されていることを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る結像光学系の実施の形態を図1乃至図4を参照して詳細に説明する。

実施例1

図1は、本発明による結像光学系の第1実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

図1において、実施例1の結像光学系は、物体側Aから撮像素子面Pに向かって順に、明るさ絞りS、両凸の第1レンズL11、物体側が凹面で負屈折力の第2

レンズL12、像側が凸面で正屈折力の第3レンズL13、物体側に凸のメニスカスで負屈折力の第4レンズL14とフィルター部材FLで構成されている。第2レンズL12と第3レンズL13は接合されている。

本実施例では第1レンズL11はガラスで構成されている。第2レンズL12、第3レンズL13及び第4レンズL14はプラスチックで構成されている。第1レンズの両面は球面である。また、第2レンズの物体側、第3レンズの像側、第4レンズの両面は非球面である。パワーの強い第1レンズL11に両球面研磨ガラスを用いることで、環境変動に強い光学系を達成している。また、ここで用いるプラスチック材料としては第2レンズL12及び第4レンズL14にはポリカーボネートを使用し、正屈折力の第3レンズL13にはポリオレフィン系のゼオネックスを用いる。また本実施例の光学系は、焦点距離4.65mm、Fナンバー2.8、像高HT=3.0mmであり、半画角 $\omega = 33^\circ$ の広角の光学系である。

【0011】

次に、第1実施例の光学系を構成する光学部材の数値データを示す。

なお、第1実施例の数値データにおいて、 r_1 、 r_2 、…は各レンズ面の曲率半径、 d_1 、 d_2 、…は各レンズの肉厚又は空気間隔、 n_{d1} 、 n_{d2} 、…は各レンズのd線での屈折率、 ν_{d1} 、 ν_{d2} 、…は各レンズのアッベ数、Fno. はFナンバー、 f は全系焦点距離を表している。 r 、 d 、 f の単位はmmである。

なお、非球面形状は、光軸方向を z 、光軸に直交する方向を y にとり、円錐係数を K 、非球面係数を A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} としたとき、次の式で表される。

$$z = (y^2/r) / [1 + \{1 - (1+K)(y/r)^2\}^{1/2}] + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

なお、これらの記号は後述の他の実施例の数値データにおいても共通である。

【0012】

数値データ1

(実施例1：図1)

焦点距離 $f = 4.65 \text{ mm}$ 、Fno. = 2.8、像高 $HT = 3.0 \text{ mm}$ 、

半画角 $\omega = 33^\circ$ 、物体距離 $= \infty$

$$r_1 = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_1 = 0.00$$

$$r_2 = 2.68$$

$$d_2 = 0.90 \quad n_{d2} = 1.5163 \quad \nu_{d2} = 64.1$$

$$r_3 = -21.36$$

$$d_3 = 0.77$$

$$r_4 = -1.96 \text{ (非球面; 第 4 面)}$$

$$d_4 = 0.50 \quad n_{d4} = 1.5839 \quad \nu_{d4} = 30.2$$

$$r_5 = -30.60$$

$$d_5 = 1.47 \quad n_{d5} = 1.5091 \quad \nu_{d5} = 56.2$$

$$r_6 = -1.18 \text{ (非球面; 第 6 面)}$$

$$d_6 = 0.05$$

$$r_7 = 2.21 \text{ (非球面; 第 7 面)}$$

$$d_7 = 0.65 \quad n_{d7} = 1.5839 \quad \nu_{d7} = 30.2$$

$$r_8 = 1.03 \text{ (非球面; 第 8 面)}$$

$$d_8 = 1.16$$

$$r_9 = \infty$$

$$d_9 = 1.00 \quad n_{d9} = 1.5163 \quad \nu_{d9} = 64.1$$

$$r_{10} = \infty$$

$$d_{10} = 0.50$$

$$r_{11} = \infty \text{ (撮像面)}$$

【 0 0 1 3 】

非球面係数

第 4 面

$$K = -6.2276$$

$$A_2 = 0$$

$$A_4 = -7.2439 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 3.0016 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -3.716 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -1.4490 \times 10^{-4}$$

第 6 面

$$K = -3.8561$$

$$\begin{aligned}
 A_2 &= 0 & A_4 &= -5.6955 \times 10^{-2} & A_6 &= 2.3202 \times 10^{-2} \\
 A_8 &= -3.6193 \times 10^{-3} & A_{10} &= 3.8559 \times 10^{-4}
 \end{aligned}$$

第 7 面

$$K = -8.5014$$

$$A_2 = 0 \qquad A_4 = -3.7239 \times 10^{-3}$$

第 8 面

$$K = -5.0721$$

$$A_2 = 0 \qquad A_4 = -1.3207 \times 10^{-2} \qquad A_6 = 4.3425 \times 10^{-4}$$

【 0 0 1 4 】

実施例 2

図 2 は、本発明による結像光学系の第 2 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

図 2 において、実施例 2 の結像光学系は、物体側 A から撮像素子面 P に向かって順に、明るさ絞リ S、両凸の第 1 レンズ L 2 1、物体側が凹面で負屈折力の第 2 レンズ L 2 2、像側が凸面で正屈折力の第 3 レンズ L 2 3、物体側に凸のメニスカスで負屈折力の第 4 レンズ L 2 4 とフィルター部材 F L で構成されている。第 2 レンズ L 2 2 と第 3 レンズ L 2 3 は接合されている。

本実施例では第 1 レンズ L 2 1 はガラスで構成されている。第 2 レンズ L 2 2、第 3 レンズ L 2 3 及び第 4 レンズ L 2 4 はプラスチックで構成されている。

第 1 レンズの両面は球面である。また、第 2 レンズの物体側、第 3 レンズの像側、第 4 レンズの両面は非球面である。パワーの強い第 1 レンズ L 2 1 に両球面研磨ガラスを用いることで、環境変動に強い光学系を達成している。また、ここで用いるプラスチック材料としては第 2 レンズ L 2 2 及び第 4 レンズ L 2 4 にはポリカーボネートを使用し、第 3 レンズ L 2 3 にはポリオレフィン系のゼオネックスを用いる。また、本実施例のスペックは、焦点距離 4.62 mm、F ナンバー 2.8、像高 H T = 3.0 mm、半画角 $\omega = 33^\circ$ の広角の光学系である。

【 0 0 1 5 】

数値データ 2

(実施例 2：図 2)

焦点距離 $f = 4.62 \text{ mm}$ 、 $Fno. = 2.8$ 、像高 $HT = 3.0 \text{ mm}$ 、半画角 $\omega = 3$

3° 、物体距離 $= \infty$

$$r_1 = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_1 = 0.00$$

$$r_2 = 2.85$$

$$d_2 = 0.89 \quad n_{d2} = 1.5163 \quad \nu_{d2} = 64.1$$

$$r_3 = -20.08$$

$$d_3 = 0.67$$

$$r_4 = -2.42 \text{ (非球面; 第 4 面)}$$

$$d_4 = 0.50 \quad n_{d4} = 1.5839 \quad \nu_{d4} = 30.2$$

$$r_5 = 23.95$$

$$d_5 = 1.57 \quad n_{d5} = 1.5091 \quad \nu_{d5} = 56.2$$

$$r_6 = -1.24 \text{ (非球面; 第 6 面)}$$

$$d_6 = 0.05$$

$$r_7 = 1.66 \text{ (非球面; 第 7 面)}$$

$$d_7 = 0.49 \quad n_{d7} = 1.5839 \quad \nu_{d7} = 30.2$$

$$r_8 = 0.89 \text{ (非球面; 第 8 面)}$$

$$d_8 = 1.33$$

$$r_9 = \infty$$

$$d_9 = 1.00 \quad n_{d9} = 1.5163 \quad \nu_{d9} = 64.1$$

$$r_{10} = \infty$$

$$d_{10} = 0.50$$

$$r_{11} = \infty \text{ (撮像面)}$$

【 0 0 1 6 】

非球面係数

第 4 面

$$K = -8.6660$$

$$A_2 = 0 \quad A_4 = -5.9446 \times 10^{-2} \quad A_6 = 2.3227 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -4.5130 \times 10^{-3} \quad A_{10} = 7.0562 \times 10^{-4}$$

第6面

$$K = -4.2776$$

$$A_2 = 0$$

$$A_4 = -5.2010 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 1.8759 \times 10^{-2}$$

$$A_8 = -3.3248 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = 4.0585 \times 10^{-4}$$

第7面

$$K = -5.6700$$

$$A_2 = 0$$

$$A_4 = -9.5173 \times 10^{-3}$$

第8面

$$K = -3.7822$$

$$A_2 = 0$$

$$A_4 = -1.2552 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = 2.3741 \times 10^{-4}$$

【0017】

実施例3

図3は、本発明による結像光学系の第3実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

図3において、実施例3の結像光学系は、物体側Aから撮像素子面Pに向かって順に、明るさ絞りS、両凸の第1レンズL31、物体側が凹面で負屈折力の第2レンズL32、像側が凸面で正屈折力の第3レンズL33、物体側に凸のメニスカスで負屈折力の第4レンズL34とフィルター部材FLで構成されている。第2レンズL32と第3レンズL33は接合されている。

本実施例では第1レンズL31はガラスで構成されている。第2レンズL32、第3レンズL33及び第4レンズL34はプラスチックで構成されている。第1レンズの両面は球面である。また、第2レンズの物体側、第3レンズの像側、第4レンズの両面は非球面である。パワーの強い第1レンズL31に両球面研磨ガラスを用いることで、環境変動に強い光学系を達成している。また、ここで用いるプラスチック材料としては第2レンズL32及び第4レンズL34にはポリカーボネートを使用し、第3レンズL33にはポリオレフィン系のゼオネックスを用いる。また、本実施例のスペックは、焦点距離4.57mm、Fナンバー2.4、像高HT=3.0mmであり、半画角 $\omega = 33^\circ$ の広角の光学系である。

【0018】

数値データ 3

(実施例 3：図 3)

焦点距離 $f = 4.57 \text{ mm}$ 、 $Fno. = 2.8$ 、 $HT = 3.0 \text{ mm}$ 、半画角 $\omega = 33^\circ$ 、

物体距離 $= \infty$

$r_1 = \infty$ (絞り)

$d_1 = 0.00$

$r_2 = 3.16$

$d_2 = 0.92$ $n_{d2} = 1.5831$ $\nu_{d2} = 59.4$

$r_3 = -30.42$

$d_3 = 0.62$

$r_4 = -2.55$ (非球面；第 4 面)

$d_4 = 0.50$ $n_{d4} = 1.5839$ $\nu_{d4} = 30.2$

$r_5 = 17.65$

$d_5 = 1.60$ $n_{d5} = 1.5091$ $\nu_{d5} = 56.2$

$r_6 = -1.32$ (非球面；第 6 面)

$d_6 = 0.05$

$r_7 = 1.54$ (非球面；第 7 面)

$d_7 = 0.48$ $n_{d7} = 1.5839$ $\nu_{d7} = 30.2$

$r_8 = 0.88$ (非球面；第 8 面)

$d_8 = 1.34$

$r_9 = \infty$

$d_9 = 1.00$ $n_{d9} = 1.5163$ $\nu_{d9} = 64.1$

$r_{10} = \infty$

$d_{10} = 0.50$

$r_{11} = \infty$ (撮像面)

【 0 0 1 9 】

非球面係数第 4 面

$K = -1.1792$

$$\begin{aligned} A_2 &= 0 & A_4 &= -6.7015 \times 10^{-2} & A_6 &= 2.9979 \times 10^{-2} \\ A_8 &= -6.3844 \times 10^{-3} & A_{10} &= 8.1531 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

第 6 面

$$K = -4.4150$$

$$\begin{aligned} A_2 &= 0 & A_4 &= -4.5570 \times 10^{-2} & A_6 &= 1.4393 \times 10^{-2} \\ A_8 &= -2.2759 \times 10^{-3} & A_{10} &= 3.0507 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

第 7 面

$$K = -4.3210$$

$$A_2 = 0 \quad A_4 = -1.2167 \times 10^{-2}$$

第 8 面

$$K = -3.4003$$

$$A_2 = 0 \quad A_4 = -1.3540 \times 10^{-2} \quad A_6 = 6.7047 \times 10^{-5}$$

【 0 0 2 0 】

実施例 4

図 4 は、本発明による結像光学系の第 4 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

図 4 において、実施例 4 の結像光学系は、物体側 A から撮像素子面 P に向かって順に、明るさ絞り S、両凸の第 1 レンズ L 4 1、物体側が凹面で負屈折力の第 2 レンズ L 4 2、像側が凸面で正屈折力の第 3 レンズ L 4 3、物体側に凸のメニスカスで負屈折力の第 4 レンズ L 4 4 とフィルター部材 F L で構成されている。第 2 レンズ L 4 2 と第 3 レンズ L 4 3 は接合されている。

本実施例では全てのレンズがプラスチックで構成されている。第 1 レンズの両面は球面である。また、第 2 レンズの物体側、第 3 レンズの像側、第 4 レンズの両面は非球面である。パワーの強い第 1 レンズ L 4 1 に両球面研磨ガラスを用いることで、環境変動に強い光学系を達成している。

ここで用いているプラスチック材料は第 2 レンズ及び第 4 レンズがポリカーボネート、第 1 レンズ及び第 3 レンズがポリオレフィン系のゼオネックスである。また本実施例のスペックは、焦点距離 4.79 mm、F ナンバー 2.8、像高 H T = 3.0 mm であり、半画角 $\omega = 32^\circ$ の広角の光学系である。

【 0 0 2 1 】

数値データ 4

(実施例 4：図 4)

焦点距離 $f = 4.79 \text{ mm}$ 、 $F_{\text{no.}} = 2.8$ 、像高 $H_T = 3.0 \text{ mm}$ 、半画角 $\omega = 32^\circ$ 、物体距離 $= \infty$ $r_1 = \infty$ (絞り) $d_1 = 0.00$ $r_2 = 2.55$ $d_2 = 0.93$ $n_{d2} = 1.5091$ $\nu_{d2} = 56.2$ $r_3 = -21.90$ $d_3 = 0.81$ $r_4 = -1.95$ (非球面；第 4 面) $d_4 = 0.50$ $n_{d4} = 1.5839$ $\nu_{d4} = 30.2$ $r_5 = 508.05$ $d_5 = 1.46$ $n_{d5} = 1.5091$ $\nu_{d5} = 56.2$ $r_6 = -1.17$ (非球面；第 6 面) $d_6 = 0.05$ $r_7 = 2.31$ (非球面；第 7 面) $d_7 = 0.67$ $n_{d7} = 1.5839$ $\nu_{d7} = 30.2$ $r_8 = 1.01$ (非球面；第 8 面) $d_8 = 1.08$ $r_9 = \infty$ $d_9 = 1.00$ $n_{d9} = 1.5163$ $\nu_{d9} = 64.1$ $r_{10} = \infty$ $d_{10} = 0.50$ $r_{11} = \infty$ (撮像面)

【 0 0 2 2 】

非球面係数第 4 面

$$K = -9.3675$$

$$\begin{array}{lll} A_2 = 0 & A_4 = -1.1587 \times 10^{-1} & A_6 = 7.6878 \times 10^{-2} \\ A_8 = -2.9460 \times 10^{-2} & A_{10} = 5.0577 \times 10^{-3} & \end{array}$$

第 6 面

$$K = -3.9196$$

$$\begin{array}{lll} A_2 = 0 & A_4 = -5.8984 \times 10^{-2} & A_6 = 2.6782 \times 10^{-2} \\ A_8 = -4.0895 \times 10^{-3} & A_{10} = 3.6299 \times 10^{-4} & \end{array}$$

第 7 面

$$K = -1.3717$$

$$\begin{array}{ll} A_2 = 0 & A_4 = -2.5298 \times 10^{-3} \end{array}$$

第 8 面

$$K = -5.8628$$

$$\begin{array}{lll} A_2 = 0 & A_4 = -1.4946 \times 10^{-2} & A_6 = 6.1189 \times 10^{-4} \end{array}$$

【 0 0 2 3 】

本発明の実施例においては一部又は全部のレンズをプラスチックにて構成している。ただし、プラスチックの代わりにガラスで構成することもできる。光学系のレンズをガラスで構成すれば、温度や湿度の変動に強い光学系を達成させることが出来る。また本実施例で用いている材料よりも屈折率の高いガラスを用いれば、さらに高性能な光学系にすることが可能である。また特殊低分散ガラスを用いれば色収差の補正にとって有効である。またレンズをプラスチックにて構成する場合には、低吸湿材料を用いることにより、環境変化による性能の劣化を軽減し得る。

【 0 0 2 4 】

またゴースト、フレア等の不要光をカットするために、明るさ絞り S の代わりにフレア絞りをを用いても良い。このフレア絞りは、第 1 レンズの前、第 1 レンズと第 2 レンズの間、第 2 レンズと第 3 レンズの間、第 3 レンズと第 4 レンズの間、第 4 レンズから撮像素子面の間のいずれの場所に配置しても良い。このフレア絞りとしての作用を持たせるためには、枠によりフレア光線をカットする方法でも良い。また、別の部材を設けることによって、フレア光線をカットする

方法でも、いずれでもよい。また光学系に直接印刷したり、塗装したり、シールなどを接着することにより、フレア絞りを構成しても良い。また絞りの形状として、円形、楕円形、矩形、多角形、関数曲線で囲まれる範囲等、いかなる形状でも用いることができる。また、これは、有害な光束をカットするだけでなく画面周辺のコマフレア等の光束をカットするものでも良い。

【0025】

また各レンズには反射防止コートを行い、ゴースト、フレアを軽減してもよい。マルチコートを用いれば効果的にゴースト、フレアを軽減できる。また、レンズ面やカバーガラスなどに、赤外カットコートを行っても良い。

また、ピント調節を行うためにフォーカシングを行っても良い。フォーカシング方法として、レンズ系全体の繰り出し、一部レンズの繰り出し、もしくは繰り込みがある。

【0026】

またCCDのマイクロレンズをシフトすることにより画像周辺部の明るさ低下を軽減させても良い。例えば、各像高における光線の入射角に合わせてCCDのマイクロレンズの設計を変えても良い。また画像処理により画像周辺部の低下量の補正を行ってもよい。また、図示はしていないが、本発明の光学系は、フィルムやCCDを記録部材とするカメラ、あるいは携帯電話、携帯型情報入力端末等の光学装置に適している。よって、上記の光学系を備えた光学装置も、本発明として含まれる。

【0027】

以上説明したように、本発明の結像光学系は、特許請求の範囲に記載された発明の他に、次の(1)乃至(6)に示すような特徴も備えている。

(1) 請求項1又は2において、前記第4レンズの少なくとも1面が非球面であり、以下の条件式を満足することを特徴とする結像光学系。

$$-1.0 < \phi_m / \phi_p < 0.25$$

ここで、 ϕ_m は最大光線高の位置におけるレンズのパワー、 ϕ_p は近軸におけるレンズのパワーである。

上記光学系においては、光学系の全長を小さくするために、第4レンズを負パ

ワーとし配置している。しかし、広角系において、最も像側のレンズが負パワーであると、例えばシェーディングを避けるために入射角度が限定されるような CCD を撮像素子に用いる場合、光線高の大きい位置での光線入射角度を小さく出来ないため、不都合である。従って、最も像面側のレンズにおいて、少なくとも 1 面を非球面とし、その中心の負のパワーに対し、周辺のパワーを極力小さくするか、もしくは正パワーにすることで、光線高の大きい位置での光線を光軸側に大きく屈折させ、像面への光線入射角度を小さくすることが可能となる。ゆえに、最も像面側のレンズにおいて、以下の条件式を満足することが重要である。

$$-1.0 < \phi_m / \phi_p < 0.25$$

ここで、 ϕ_m は最大光線高の位置におけるレンズのパワー、 ϕ_p は近軸におけるレンズのパワーである。

この条件式の下限を下回ると、近軸のパワーが弱くなりすぎて全長が長くなってしまうか、もしくは周辺の正パワーが大きくなりすぎ、著しく周辺性能が劣化してしまう。他方上限を超えると、レンズ周辺の正パワーが小さくなりすぎ、像面への光線入射角の補正が不十分となってしまう。

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$-0.5 < \phi_m / \phi_p < 0.20$$

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$-0.2 < \phi_m / \phi_p < 0.18$$

【0028】

(2) 請求項 3 において、前記正屈折力の第 1 レンズの両方の屈折面が球面であることを特徴とする結像光学系。

光学面を非球面にする場合、研削で製作する方法とモールド成型で製作する方法がある。前者は、非常に工数がかかり、また屈折面にうねりをもたらす。そのため、良好な光学性能が得られない。後者は、成型時の工数はかからない。ただし、モールドの型加工費や型加工時間がかかるため、安価とはいえない。また、従来の研磨球面ほどの面精度は得られず、良好な光学性能を得ることができない。上記のようにガラスレンズで構成される第 1 レンズを、球面でのみ構成することで、低コストの研磨工程で製作することができる。なおかつ、高い精度のレン

ズを製作することができる。以上のことから、良好な光学性能を得ることが出来る。

【0029】

(3) 請求項3において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.4 < f/f_1 < 2.0$$

ただし、 f は光学系全系の焦点距離、 f_1 は第1レンズの焦点距離である。

ガラスレンズはプラスチックレンズよりも温度や湿度変動に対する屈折率変化および体積変化を受けにくい。従って、前記第1レンズはガラスにより成るため、第1レンズにパワーを集中させることで、光学系全系の性能劣化を抑えることが可能である。そのため、次の条件式を満たすのが良い。

$$0.4 < f/f_1 < 2.0$$

ただし、 f は光学系全系の焦点距離、 f_1 は第1レンズの焦点距離である。

この条件式の上限を超えると、第1レンズのパワーが大きくなりすぎ、その他のレンズのパワーを大きくする必要が生じ、収差の発生や偏心感度の増加を招いてしまう。他方、下限を下回ると、第1レンズのパワーが小さくなりすぎ、温度や湿度変動に対して、性能劣化量が大きくなってしまう。

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$0.6 < f/f_1 < 1.5$$

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$0.8 < f/f_1 < 1.2$$

【0030】

(4) 請求項1、2、上記(1)又は(2)の何れかに記載の結像光学系において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.5 < r_{2f}/r_{3r} < 4.0$$

ただし、 r_{2f} は第2レンズの物体側の曲率半径、 r_{3r} は第3レンズの像側の曲率半径である。

第2レンズと第3レンズの接合レンズは光学系の中に位置し、コマ収差、像面湾曲、非点収差が発生する要因となるレンズである。従って、これらの収差の発生を極力低減させるために、接合レンズへの入射光線と射出光線のなす角度、

すなわち偏角を小さく保つことが重要である。また、前記理由により、無偏心時の収差の発生量が小であることから、レンズの相対偏心時における性能変動についても極力小にすることが可能である。

これらの理由から次の条件式を満たすのが良い。

$$0.5 < r_{2f}/r_{3r} < 4.0$$

ただし、 r_{2f} は第2レンズの物体側の曲率半径、 r_{3r} は第3レンズの像側の曲率半径である。

この条件式の上限または下限を超えると、偏角が大きくなりすぎ、接合レンズで発生した諸収差を第1レンズおよび第4レンズで補正することが困難となることから良好な光学性能を得ることが出来ず、かつ偏心感度も大きくなり、製造時の難易度が増加してしまう。

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$1.0 < r_{2f}/r_{3r} < 3.0$$

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$1.3 < r_{2f}/r_{3r} < 2.5$$

【0031】

(5) 請求項1、2、上記(1)又は(2)の何れかに記載の結像光学系において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.3 < f_{123}/|f_4| < 2.0$$

$$0.5 < f/|f_4| < 2.0$$

ただし、 f_{123} は第1レンズと、第2レンズと第3レンズとの接合レンズの合成焦点距離、 f_4 は第4レンズの焦点距離、 f は光学系全系の焦点距離である。

本発明の結像光学系は、全長を小さくするために、第1レンズと、第2レンズと第3レンズの接合レンズとの合成パワーを正パワーとし、第4レンズのパワーを負パワーとすることにより、テレフォトタイプの光学系となっている。そのため、このテレフォトタイプの正パワーと負パワー配置に対して、全長と性能をバランスよく達成させる為には、次の条件式を満たすのが良い。

$$0.3 < f_{123}/|f_4| < 2.0$$

$$0.5 < f/|f_4| < 2.0$$

ただし、 f_{123} は第1レンズと、第2レンズと第3レンズとの接合レンズの合成焦点距離、 f_4 は第4レンズの焦点距離、 f は光学系全系の焦点距離である。

上記の条件を外れると、テレフォトタイプを構成する正のパワーと負のパワーとのバランスが崩れ、全長の増大や性能が劣化する事となる。すなわち、上記の両式の条件式の上限を超えると、テレフォトタイプを構成する負のパワーが弱くなるので全長短縮に不利である。他方下限を下回ると、テレフォトタイプを構成する負のパワーが強くなりすぎ、それに伴い正のパワーも強くしなければならず各レンズで発生する収差が増大となり、性能を確保するのが困難となる。

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$0.4 < f_{123} / |f_4| < 1.5$$

$$0.6 < f / |f_4| < 1.7$$

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$0.5 < f_{123} / |f_4| < 1.0$$

$$0.8 < f / |f_4| < 1.4$$

【0032】

(6) 請求項1、2、上記(1)又は(2)の何れかに記載の結像光学系において、次の条件式を満たすことを特徴とする結像光学系。

$$0.6 < EXP / f < 2.0$$

ただし、 EXP は像面からの射出瞳までの距離、 f は光学系全系の焦点距離である。

撮像素子にCCDを用いる場合、光学系から射出された軸外光束が像面に対してあまりに大きな角度で入射すると、画像中央部と画像周辺部で画像の明るさが変化してしまう、いわゆるシェーディングという現象がおきてしまう。一方、像面に対して小さい角度で入射させるとこの問題は軽減されるが今度は光学系の全長が大きくなってしまう。

そのため次の条件式を満たすのが良い。

$$0.6 < EXP / f < 2.0$$

ただし、 EXP は像面からの射出瞳までの距離、 f は光学系全系の焦点距離である。

この条件式の上限を超えると、全長が大きくなり、他方、下限を下回ると、C Dへの入射角が大きくなりすぎ画像周辺部の明るさが低下してしまう。

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$0.8 < EXP/f < 1.7$$

なお好ましくは次の条件式を満たすのが良い。

$$1.0 < EXP/f < 1.4$$

【0033】

上記実施例1～4について上記の条件式により計算した数値の表を以下に示す。

条件式計算表

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
ϕ_m/ϕ_p	-0.11	0.13	0.14	-0.14
f/f_1	1.00	0.95	0.92	1.06
r_2f/r_3r	1.66	1.95	1.94	1.66
$f_{123}/ f_4 $	0.77	0.73	0.68	0.85
$f/ f_4 $	1.12	1.08	0.96	1.26
EXP/f	1.26	1.29	1.29	1.17

【0034】

【発明の効果】

以上のように、本願の発明の構成によれば、製造誤差に対する性能劣化が少なく、かつ、小型化しても高性能を有する結像光学系を得ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明による結像光学系の第1実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図2】

本発明による結像光学系の第2実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図3】

本発明による結像光学系の第3実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面

図である。

【図 4】

本発明による結像光学系の第 4 実施例に係る光学構成を示す光軸に沿った断面図である。

【図 5】

本発明による結像光学系の第 1 実施例に係る球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 6】

本発明による結像光学系の第 2 負実施例に係る球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 7】

本発明による結像光学系の第 3 実施例に係る球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【図 8】

本発明による結像光学系の第 4 実施例に係る球面収差、非点収差及び歪曲収差を示す図である。

【符号の説明】

S 明るさ絞り

FL フィルター

P 撮像素子面

L 1 1、L 2 1、L 3 1、L 4 1 正屈折力の第 1 レンズ

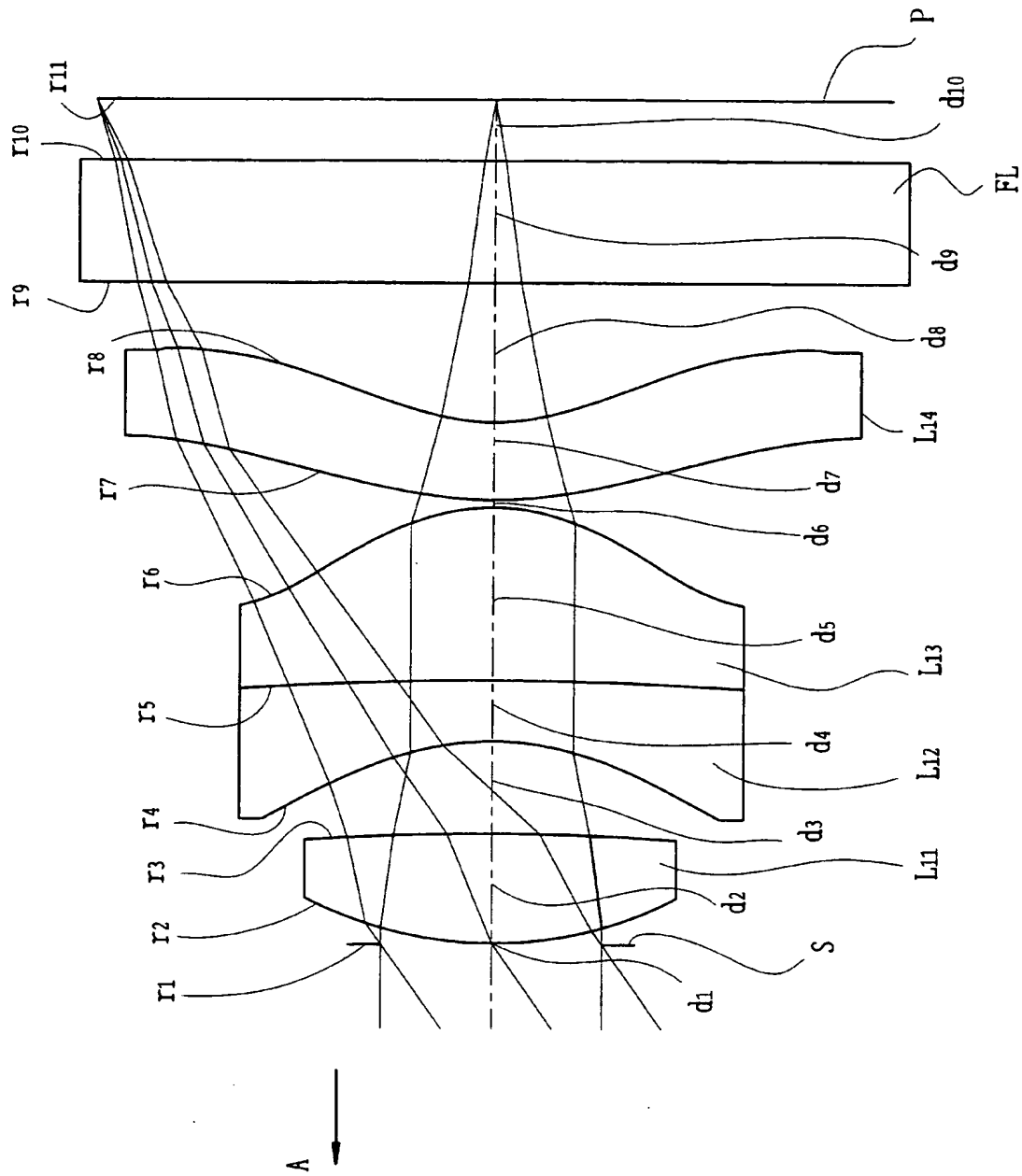
L 1 2、L 2 2、L 3 2、L 4 2 負屈折力の第 2 レンズ

L 1 3、L 2 3、L 3 3、L 4 3 正屈折力の第 3 レンズ

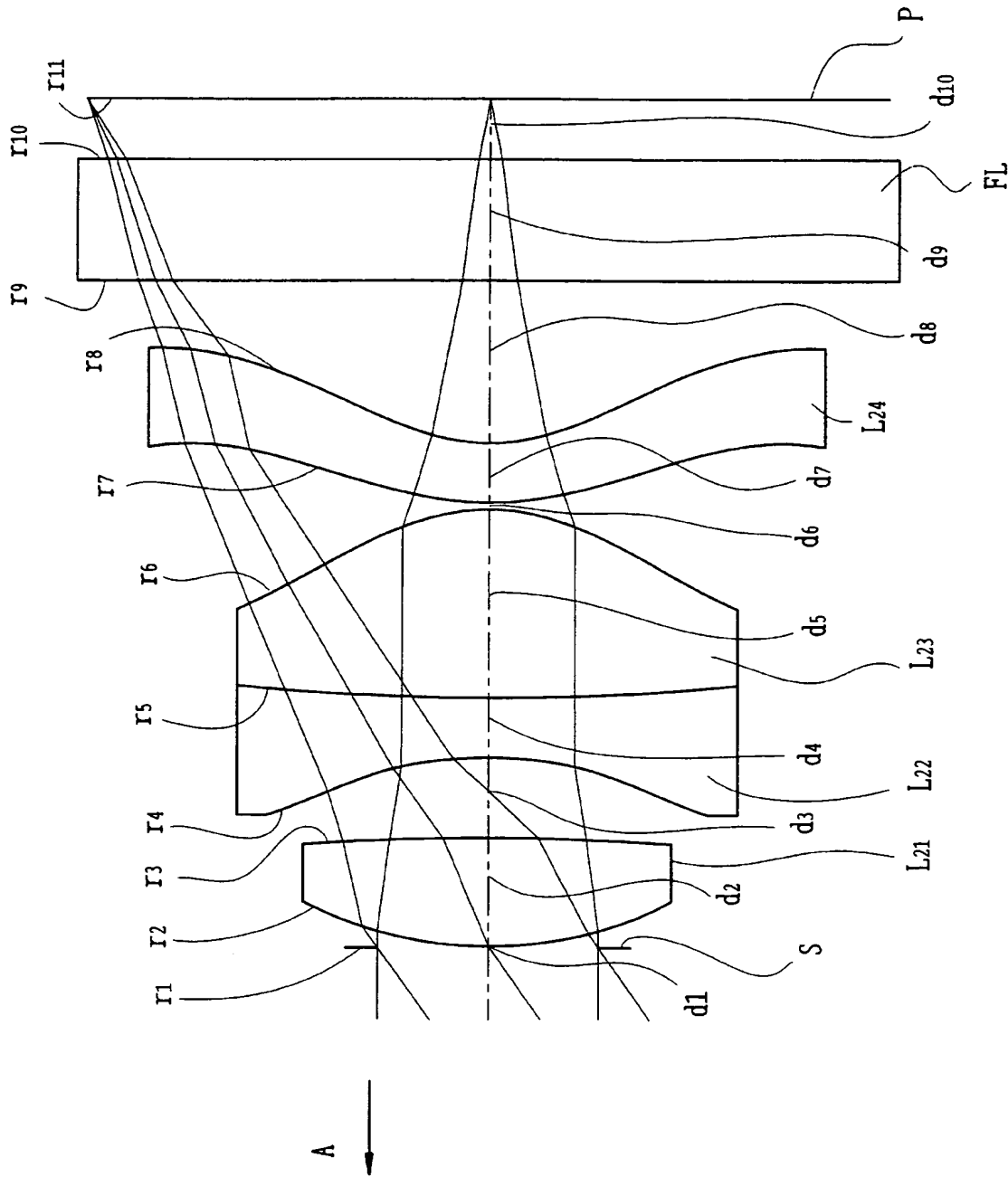
L 1 4、L 2 4、L 3 4、L 4 4 負屈折力の第 4 レンズ

【書類名】 図面

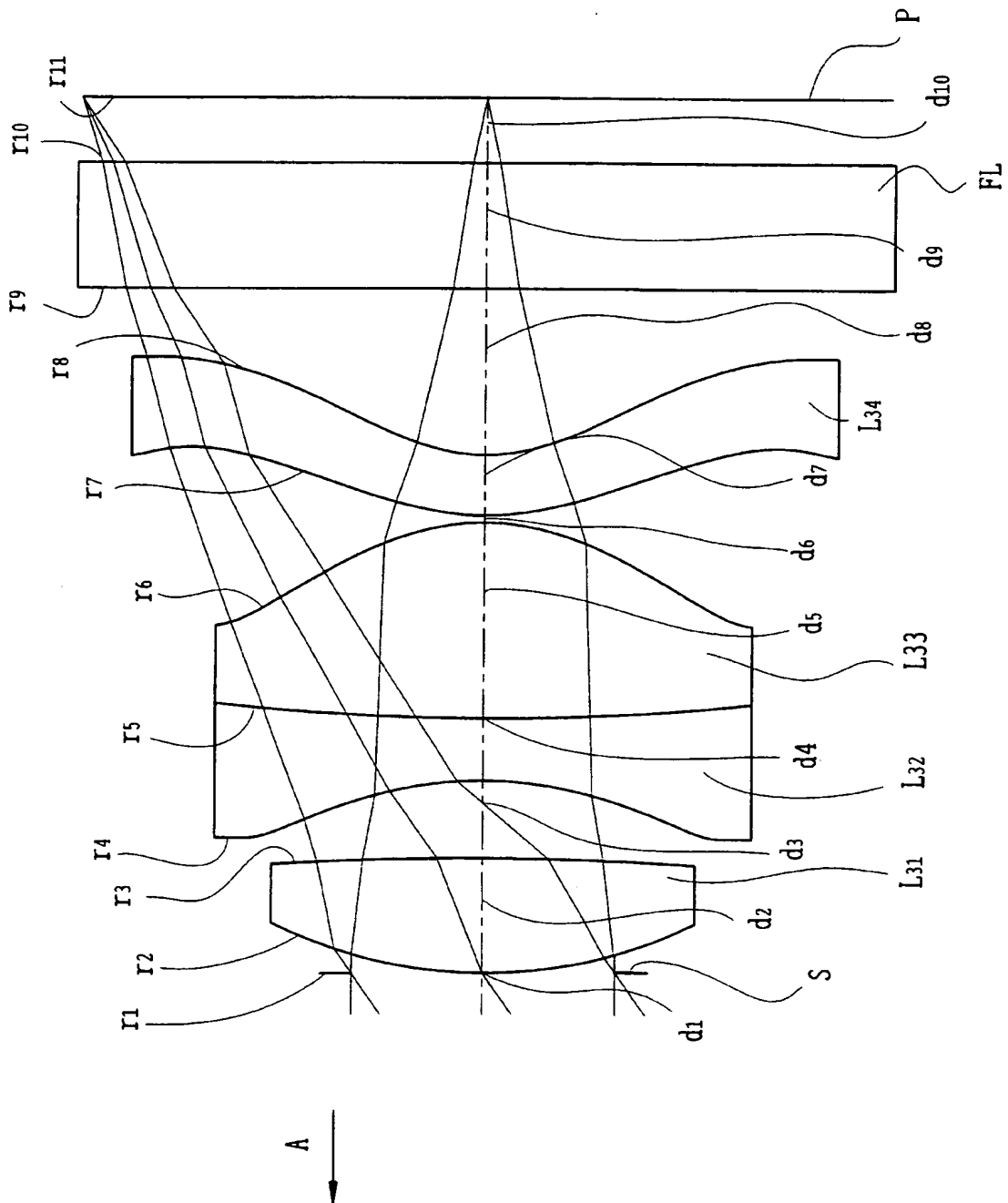
【図 1】



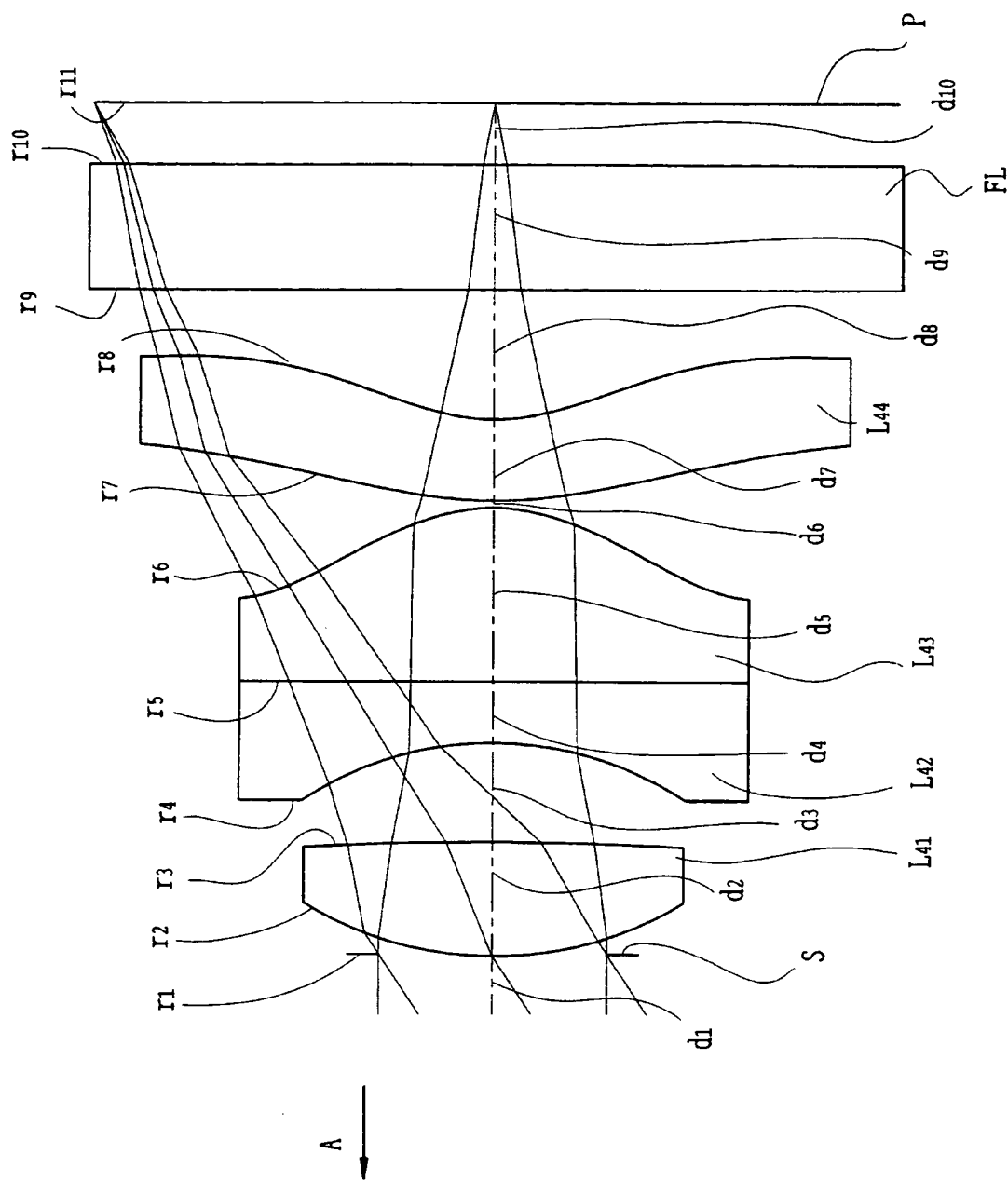
【図 2】



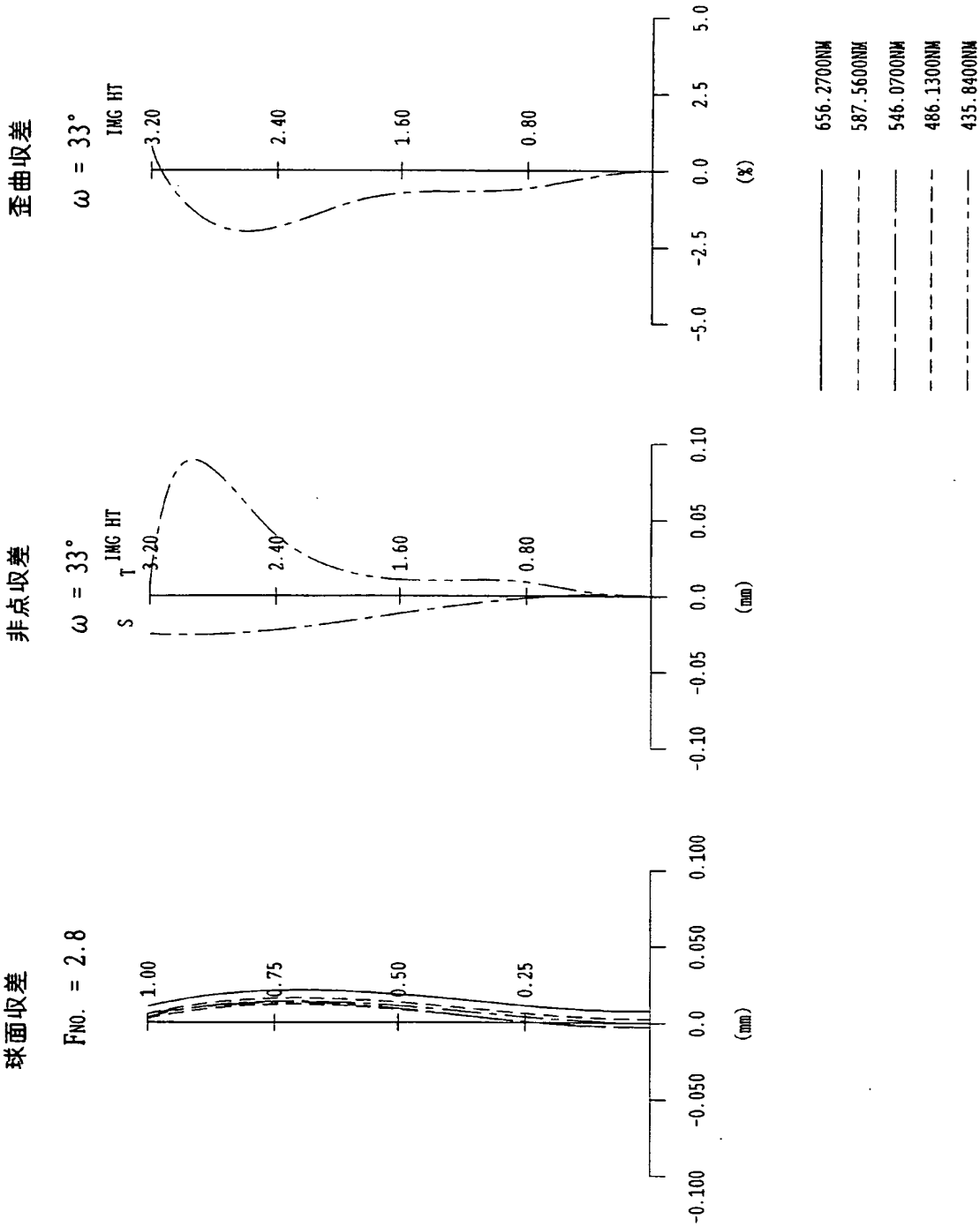
【図 3】



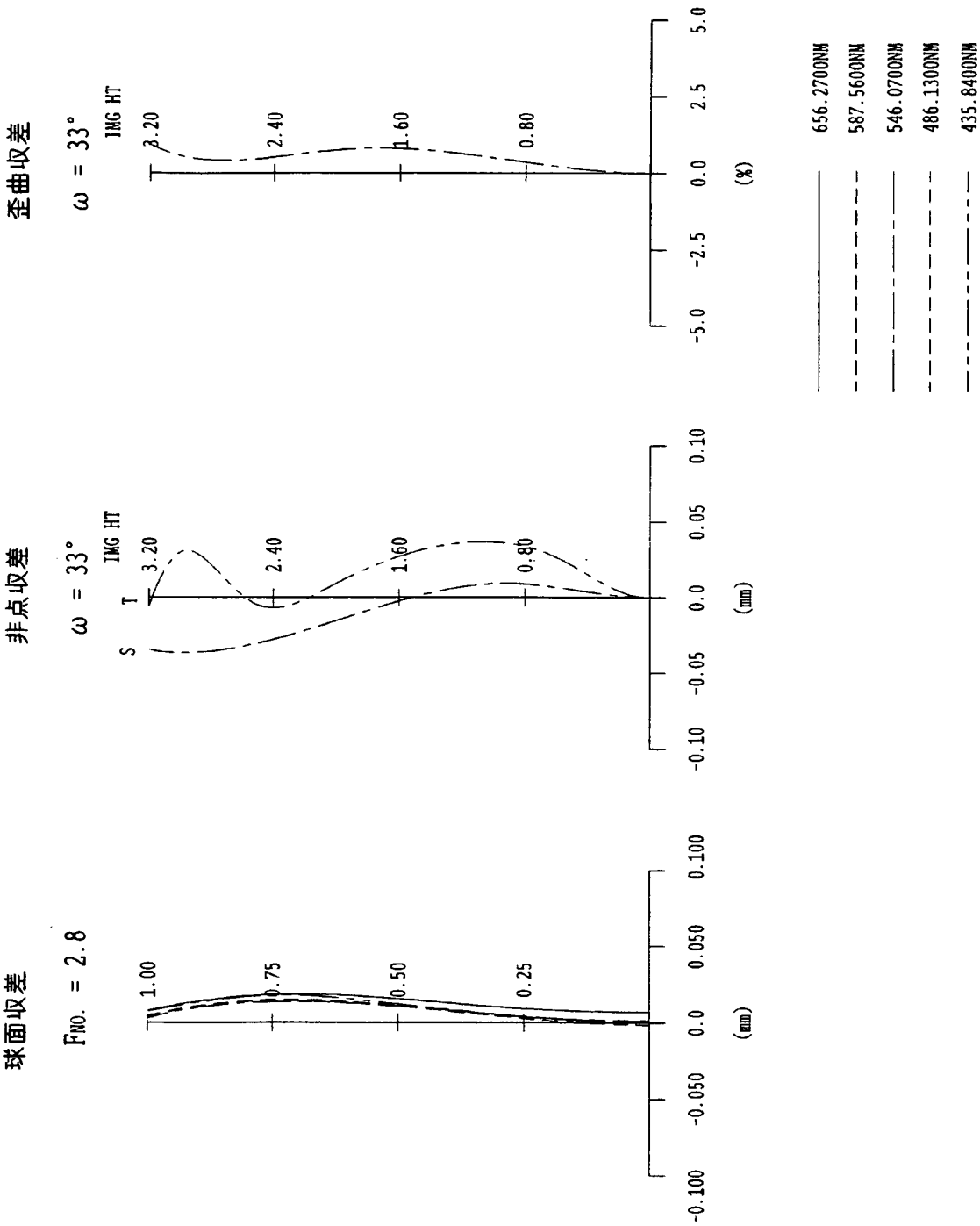
【図 4】



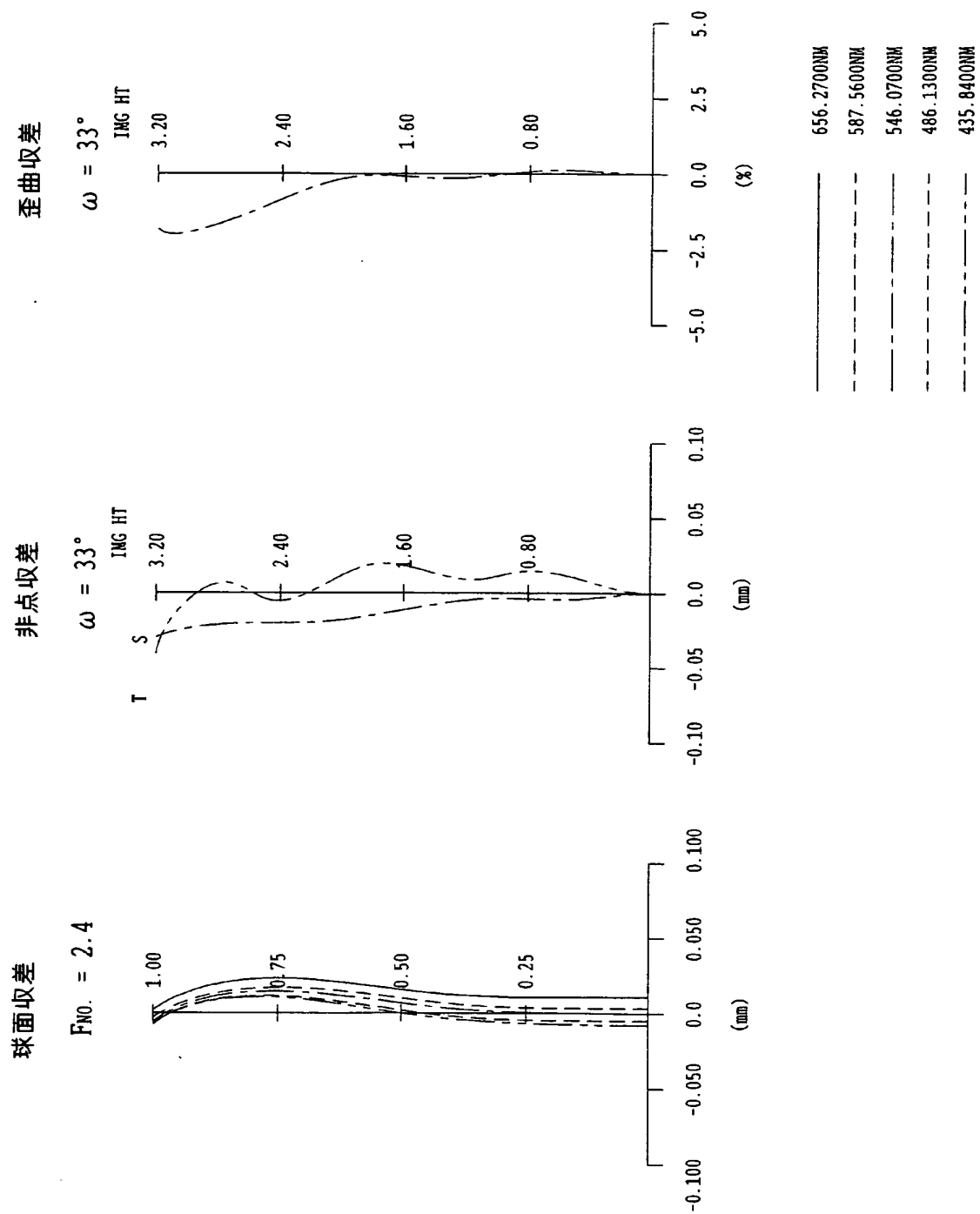
【図 5】



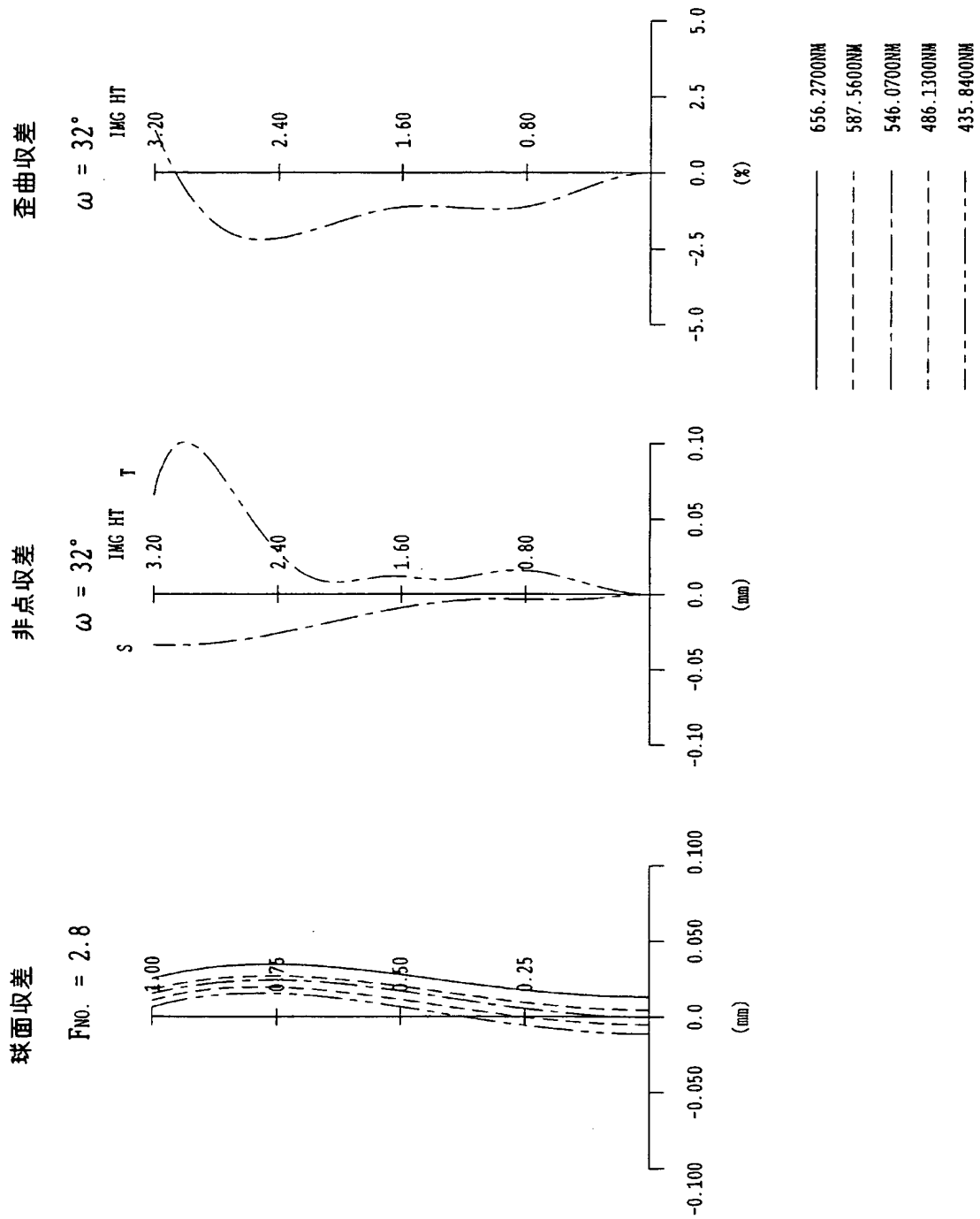
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、低コスト化、高性能化及び小型化を同時に満たす結像光学系を提供する。

【解決手段】 本発明の結像光学系は、明るさ絞り S を有する光学系において、物体側から順に、正屈折力の第 1 レンズ L 1 1、物体側に凹を向けた負屈折力の第 2 レンズ L 1 2、像側に凸を向けた正屈折力の第 3 レンズ L 1 3、負屈折力の第 4 レンズ L 1 4 の順に配置し、前記第 2 レンズ L 1 2 と第 3 レンズ L 1 3 は接合していることを特徴とする。この構成により接合レンズへの入射光線と射出光線のなす角度を小さく保ち、屈折面における収差の発生量やレンズの相対偏心時における性能変動を極力小にすることができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 1 6 9 4 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 0 3 7 6]

1. 変更年月日 1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
氏 名 オリnpas 光学工業株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
氏 名 オリnpas 株式会社